

10608001

IMAGE RETRIEVAL SYSTEM AND RECORDING MEDIUM

Patent Number: JP11238067
Publication date: 1999-08-31
Inventor(s): MURAO KOHEI; ANDOU ATSUYOSHI; NAKAJIMA TOSHIYA
Applicant(s): FUJITSU LTD
Requested Patent: ☐ JP11238067
Application Number: JP19980037798 19980219
Priority Number(s):
IPC Classification: G06F17/30; G06T1/00; G06T7/00
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To retrieve and display a similar image fast efficiently and to enable retrieval between images of different size by providing a means which extracts feature data of an image from generated compressed image data and compares them with feature data found through wavelet conversion, etc.

SOLUTION: To obtain the retrieval precision of colors and shapes, a wavelet converting means 3 performs wavelet conversion by images of YUV to obtain the retrieving accuracy of color and shape. A compressing means 4 compresses images after wavelet conversion to hold many images with constant capacity and speed up data transfer via a network. A wavelet feature data extracting means 9 extracts feature data according to the result of the wavelet conversion. A wavelet feature data DB 10 stores feature data of images. A wavelet feature data comparing means 11 compares feature data of a specified image with a feature data group to calculate feature data having high similarity.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-238067

(43)公開日 平成11年(1999) 8月31日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 6 F 17/30

G 0 6 T 1/00

7/00

// G 0 6 F 17/14

G 0 6 F 15/403

15/40

15/62

15/70

15/332

3 5 0 C

3 7 0 B

P

3 2 0

S

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 16 頁)

(21)出願番号

特願平10-37798

(22)出願日

平成10年(1998) 2月19日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72)発明者 村尾 晃平

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 安藤 淳禎

大分県大分市東春日町17番58号 株式会社
富士通大分ソフトウェアラボラトリ内

(72)発明者 中島 俊哉

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 岡田 守弘

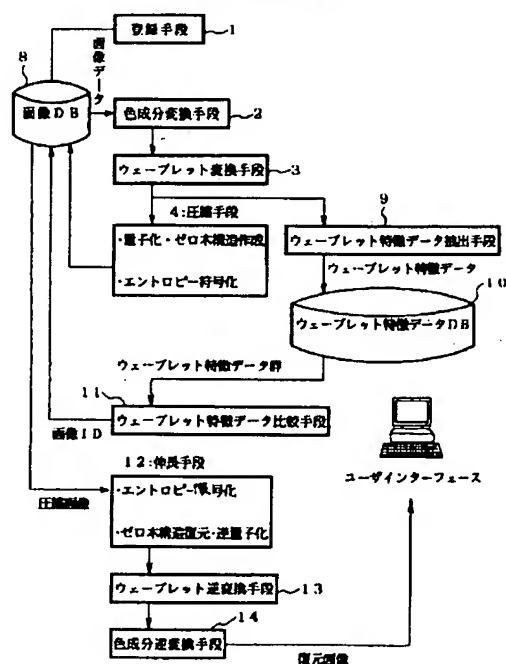
(54)【発明の名称】 画像検索システムおよび記録媒体

(57)【要約】

【課題】 本発明は、指定された画像と類似した画像を検索する画像検索システムおよび記録媒体に関し、画像をウェーブレット変換して生成した特徴データ（これには、ロスレスの圧縮を施したデータやロッキーな圧縮を施したデータや、圧縮とは別の専用データの場合を含む）をDBに保存しておき、指定された画像の特徴データをもとにDBを検索して高速かつ効率的に類似画像を検索して表示したり、更に異なるサイズの画像間でも検索可能にすることを目的とする。

【解決手段】 検索対象となる画像をウェーブレット変換し、圧縮処理をして圧縮画像データを生成する手段と、指定された画像に対応するウェーブレット変換により求められる特徴データと上記生成された圧縮画像データより画像の特徴データと抽出して比較する手段とを備えるように構成する。

本発明のシステム構成例



【特許請求の範囲】

【請求項1】指定された画像と類似した画像を検索する画像検索システムにおいて、

検索対象となる画像をウェーブレット変換し、圧縮処理をして圧縮画像データを生成する手段と、

指定された画像に対応するウェーブレット変換により求められる特徴データと上記生成された圧縮画像データより画像の特徴データと抽出して比較する手段とを備えたことを特徴とする画像検索システム。

【請求項2】上記圧縮画像データは、低周波順に配置されていることを特徴とする請求項1記載の画像検索システム。

【請求項3】指定された画像と類似した画像を検索する画像検索システムにおいて、

画像を各Y、U、V毎にウェーブレット変換する手段と、

上記ウェーブレット変換したデータを用いて画像の比較を行う手段とを備えたことを特徴とする画像検索システム。

【請求項4】指定された画像と類似した画像を検索する画像検索システムにおいて、

比較する互いの画像のサイズが異なる場合に、ウェーブレット変換した結果の各周波数成分について重心をそれぞれ一致させて重なる部分について類似度計算する手段を備えたことを特徴とする画像検索システム。

【請求項5】検索処理に用いられる画像の特徴データが異なる複数の画像の縮小画像を表示して選択する手段と、

上記選択された縮小画像に対応する特徴データをもとに類似した画像を検索する手段とを備えたことを特徴とする画像検索システム。

【請求項6】検索された複数の画像の中から選択する手段と、

上記選択された画像の特徴データをもとに類似した画像を再検索する手段とを備えたことを特徴とする画像検索システム。

【請求項7】画面上に表示された画像が選択されたときに当該画像の特徴データを含む検索コードを自動生成することを特徴とする請求項6に記載の画像検索システム。

【請求項8】画像検索処理に用いられる複数種類の特徴データをもとに類似度の値を算出する際の各特徴データに対する重み付けを設定する手段を備えたことを特徴とする画像検索システム。

【請求項9】検索対象となる画像をウェーブレット変換し、圧縮処理をして圧縮画像データを生成する手段と、指定された画像に対応するウェーブレット変換により求められる特徴データと上記生成された圧縮画像データより画像の特徴データと抽出して比較する手段として機能させるプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記

録媒体。

【請求項10】検索処理に用いられる画像の特徴データが異なる複数の画像の縮小画像を表示して選択する手段と、

上記選択された縮小画像に対応する特徴データをもとに類似した画像を検索する手段として機能させるプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、指定された画像と類似した画像を検索する画像検索システムおよび記録媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、ウェーブレット変換を用いた画像圧縮・伸長方式にさまざまな方式が提唱され、例えば下記文献1に示すような方式がある。

【0003】一方、ウェーブレット変換を用いた画像検索方式には、例えば下記文献2に示すような方式がある。

・文献1:Information Technology-Coding of Audio-Visual Objects:Visual ISO/IEC 14496-2,Committee Draft,(Still Texture Object)

・文献2:E.J.Stollnitz e.al,'Wavelets for Computer Graphics'(1996)MorgenKaufmann Publishers,Inc.

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述した後者の方式では検索速度は確かに速いが、ウェーブレット変換の方式が特異なため、画像圧縮・伸長と組み合わせると効率よい検索システムを作ることができないという問題がある。また、実際の業務などに使われる際には異なるサイズの画像同士の類似度算出やネットワークを介してシステムの構築が必要となるが、それらについては記載されていなく、実現し得ないという問題がある。

【0005】本発明は、これらの問題を解決するため、画像をウェーブレット変換して生成した特徴データ（これには、ロスレスの圧縮を施したデータやロッキーな圧縮を施したデータや、圧縮とは別の専用データの場合を含む）をDBに保存しておき、指定された画像の特徴データをもとにDBを検索して高速かつ効率的に類似画像を検索して表示したり、更に異なるサイズの画像間でも検索可能にすることを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】図1を参照して課題を解決するための手段を説明する。図1において、色成分変換手段2は、RGBをYUVに変換するものである。

【0007】ウェーブレット変換手段3は、画像のYUV毎にウェーブレット変換するものである（図2を用いて後述する）。画像DB8は、画像あるいは圧縮後の画像を蓄積するものである。

【0008】ウェーブレット特徴データ抽出手段9は、

ウェーブレット変換した結果から特徴データを抽出するものである。ウェーブレット特徴データ比較手段11は、指定(選択)された画像の特徴データと、DB中の画像の特徴データとを比較して類似度を算出し、類似度の高い画像を出力するものである。

【0009】次に、動作を説明する。指定された画像をウェーブレット変換して特徴データを生成、あるいは指定された画像の予めウェーブレット変換されて保持されている特徴データを取り出し、ウェーブレット特徴データ比較手段11が特徴データをもとに各画像の特徴データとを比較して類似度の高い画像を見つけて表示などするようにしている。

【0010】この際、特徴データとして、ウェーブレット変換した結果の1部分を取り出すようにしている。また、特徴データとして、画像の各Y、U、V毎にウェーブレット変換して特徴データをそれぞれ生成するようにしている。

【0011】また、類似度を算出する際に、画像のサイズが異なる場合に、ウェーブレット変換した結果の各周波数成分について重心をそれぞれ一致させて重なる部分のみについて類似度計算の対象とするようにしている。

【0012】また、複数の画像を表示して選択された画像の特徴データをもとに類似度を計算するようにしている。また、検索された画像中から選択された画像の特徴データをもとに検索するようにしている。

【0013】また、画面上に表示された画像が選択されたときに当該画像の特徴データを含む検索コードを自動生成するようにしている。また、画像の特徴データをもとに画像との類似度の値を算出する際の重み付けを任意に設定して算出するようにしている。

【0014】従って、画像をウェーブレット変換して生成した特徴データをDBに保存しておき、指定された画像の特徴データをもとにDBを検索して高速かつ効率的に類似画像を検索して表示したり、更に異なるサイズの画像間でも検索して類似度の高い画像を表示したりすることが可能となる。

【0015】

【発明の実施の形態】次に、図1から図13を用いて本発明の実施の形態および動作を順次詳細に説明する。

【0016】図1は、本発明のシステム構成図を示す。図1において、登録手段1は、画像や各種パラメタ(例えば特徴データのサイズや類似を算出するときの重みなどのパラメタ)を登録したりなどするものである。

【0017】色成分変換手段2は、色や形の検索精度を高めるために、RGBの画像をYUVの画像に変換するものである(図8の(a)を用いて後述する)。ウェーブレット変換手段3は、色や形の検索精度を可変にするために、YUVの画像毎にウェーブレット変換するものである(図2を用いて後述する)。

【0018】圧縮手段4は、一定容量に多くの画像を保

存し、ネットワークを介したデータ転送を速くするために、ウェーブレット変換後の画像を圧縮するものであって、具体的には公知の量子化・ゼロ木構造作成およびエントロピー符号化を行い圧縮するものである。

【0019】画像DB8は、画像に関する情報を蓄積するものである。ウェーブレット特徴データ抽出手段9は、ウェーブレット変換した結果をもとに特徴データを抽出するものである(図2、図3を用いて後述する)。

【0020】ウェーブレット特徴データDB10は、画像の特徴データを蓄積するものである。ウェーブレット特徴データ比較手段11は、指定(選択)された画像の特徴データと、特徴データ群とを比較し類似度の高い特徴データを算出したりなどするものである。

【0021】伸長手段12は、類似度の高い特徴データの画像(圧縮画像)を画像DB8から取り出し、伸長して元の画像に復元するものであって、公知のエントロピー復号化およびゼロ木構造復元・逆量子化を行い伸長するものである。

【0022】ウェーブレット逆変換手段13は、伸長後の結果をもとにウェーブレット逆変換を行い元のYUVの画像を生成するものである。色成分逆変換手段14は、ディスプレイに表示するために、YUVの画像をRGBの画像に逆変換して復元画像を生成して表示するものである(図8の(b)を用いて後述する)。

【0023】次に、図2の(a)ないし(g)の順にウェーブレット変換および特徴データについて詳細に説明する。図2は、本発明のウェーブレット変換説明図を示す。

【0024】図2の(a)は、画像データ(YUVの画像)の例を示す。ここでは、横方向にM画素、縦方向にN画素があるとする。図2の(b)は、図2の(a)の画像を横方向にウェーブレット変換した後の状態を示す。これは、図2の末尾に記載するウェーブレット変換式によって図示のように、横方向にM/2の幅で左側に低周波帯域成分があつまり、右側に高周波帯域成分があつまる性質がある。

【0025】図2の(c)は、図2の(b)の画像を縦方向にウェーブレット変換した後の状態を示す。これは、同様に図2の末尾に記載するウェーブレット変換式によって、縦方向にN/2の幅で上側に低周波帯域成分があつまり、下側に高周波帯域成分があつまる性質がある。

【0026】図2の(d)は、図2の(c)の画像を横方向および縦方向にウェーブレット変換した後の状態を示す。これは、同様に横方向および縦方向にウェーブレット変換した後の状態である。

【0027】図2の(e)は、図2の(d)の画像を更に横方向および縦方向にウェーブレット変換した後の状態を示す。これは、同様に横方向および縦方向にウェーブレット変換した後の状態であって、4段階終了時の状

態を示す。

【0028】以下同様にウェーブレット変換を横方向および縦方向に繰り返す、図2の(e)の状態では左上の隅のLLの部分に低周波帯域成分があつまり、右下方向に高周波帯域成分があつまようになる。このようにウェーブレット変換した後の例えば図2の(e)の画像データのサイズはM×Nであって、図2の(a)の画像データと同一のサイズであるが、低周波帯域成分および高周波帯域成分がそれぞれ左上および右下にあつまり、圧縮を行うと、図2の(a)の場合よりも大幅に圧縮することが可能となる(図1の圧縮手段4がウェーブレット変換後のデータを高圧縮画像DB8に、少ない容量で蓄積することが可能となる)。

【0029】図2の(f)は、特徴データ(Y)(例1)を示す。これは、図2の(e)のようにウェーブレット変換した後の2次元の画像データについて、図示のように画像の特徴の重要度の高いものが先頭になるよう

$$c_k^{(n-1)} = \sum_k p_{k-2n} c_k^{(n)} \dots \dots \dots (1)$$

$$d_k^{(n-1)} = \sum_k q_{k-2n} c_k^{(n)} \dots \dots \dots (2)$$

ここで、 p_{k-2n} はスケーリング関数のフィルタ係数、 q_{k-2n} はウェーブレット関数のフィルタ係数と呼ばれ、式

$$\phi(x) = \sqrt{2} \sum_k p_k \phi(2x-k) \dots \dots \dots (3)$$

$$\Psi(x) = \sqrt{2} \sum_k q_k \Psi(2x-k) \dots \dots \dots (4)$$

ここで、 x は任意の実数であり、 $\phi(x)$ はスケーリング関数、 $\Psi(x)$ はウェーブレット関数と呼ばれ、式(5)、(7)の直交条件と式(8)のモーメント条件

$$\int_{-\infty}^{\infty} \phi(x-m) \phi(x-n) dx = \delta_{m,n} \dots \dots \dots (5)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \Psi(x-m) \Psi(x-n) dx = \delta_{m,n} \dots \dots \dots (6)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \phi(x-m) \phi(x-n) dx = 0 \dots \dots \dots (7)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} x^k \Psi(x) dx = 0 \dots \dots \dots (8)$$

ここで、 x は任意の実数、 m 及び n は任意の整数、 k は0以上の整数で予め規定された大きさ以下までの値を取り得る。

$$c_k^{(n)} = \sum_k (p_{k-2n} c_k^{(n-1)} + q_{k-2n} d_k^{(n-1)}) \dots (9)$$

(2) 双直交座標系について：直交関数系では、関数の形が非対象なため、データ端の扱いを対称な折り返しにすることができない。これは画像処理にとって不都合

に、一次的にヘッダに続けて並べたものである。

【0030】図2の(g)は、特徴データ(Y)(例2)を示す。これは、検索の精度を可変にしたり、伸長画像の解像度を自由に操作するために、ヘッダに画像サイズ、Yの平均値(あるいはV、Uの平均値)を含み、LL、HL0...を順次一次的に並べ、更に、同一の周波数帯域(例えばH00、LH0、HH0の3つ)で量子化ステップの粗い方から順次並べものである。

【0031】尚、ウェーブレット変換は下記のようにして行う。

(1) ウェーブレット関数として直交関数系のものを用いる場合：解像度分解の回数をMとする。画像データの位置 n での1つの色成分(Y、U、Vの1つの色成分)の値を $C_n^{(M)}$ と表す。式(1)および式(2)に従い、 $m=M$ から始めて、低周波帯域成分 $C_n^{(m-1)}$ および高周波帯域成分 $d_n^{(m-1)}$ を求める。

【0032】

(3) および式(4)を満たす。

【0033】

を満たす。

【0034】

【0035】このような直交関数系で解像度分解されたデータは式(9)によって解像度合成することができ

である。そこで、関数の形を対称にするために、双直交関係を用いる。

【0036】双直交座標系では、変換のための関数とし

て $\phi(x)$ および $\psi(x)$ 、逆変換のための関数として $\bar{\phi}(x)$ および $\bar{\psi}(x)$ を用意する。それに対応してファイル係数も変換用に p_k および q_k 、逆変換用に $\bar{p}(x)$ および $\bar{q}(x)$ を用意する。

【0037】解像度分解の書式は、式(1)～(4)と同じであるが、式(5)～(7)と同じであるが、式(7)～(9)の関係式に置き換わる。

$$\int_{-\infty}^{\infty} \phi(x-m) \bar{\phi}(x-n) dx = \delta_{m,n} \dots \dots \dots (10)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \psi(x-m) \bar{\psi}(x-n) dx = \delta_{m,n} \dots \dots \dots (11)$$

また、解像度合成の書式は式(12)のように表される。

【0038】

$$c_i^{(n)} = \sum_k \{ \bar{p}_{i-1,k} c_k^{(n-1)} + \bar{q}_{i-1,k} d_k^{(n-1)} \} \dots \dots \dots (12)$$

但し、 \bar{p}_k および \bar{q}_k は式(13)及び式(14)を満たす。

【0039】

$$\bar{\phi}(x) = \sqrt{2} \sum_k \bar{p}_k \phi(2x-k) \dots \dots \dots (13)$$

$$\bar{\psi}(x) = \sqrt{2} \sum_k \bar{q}_k \psi(2x-k) \dots \dots \dots (14)$$

また、例えば数値例として、

$$p_k = \{3, -6, -16, 38, 90, 38, -16, -6, 3\} / 128$$

$$q_k = \{-1, 2, -1\} / 4$$

$$\bar{p}_k = \{1, 2, 1\} / 4$$

$$\bar{q}_k = \{3, 6, -16, -38, 90, -38, 16, 6, 3\} / 128$$

図3は、本発明の特徴データ例を示す。図示の特徴データは、既述した図2のウェーブレット変換結果のままの特徴データについて、LL(低周波帯域成分のあつまつた帯域)の全画素と、それ以外の帯域のうちの特徴のある画素(例えば降順に40個(画素))について、正の規定値より大きい場合に1、負の規定値よりも小さい場合に-1として正規化しデータ量を削減したものである。

【0040】次に、図4のフローチャートの順番に検索時の動作を詳細に説明する。図4は、本発明の検索フローチャートを示す。図4において、S1は、画像検索実行画面を表示する。これは、画面検索実行画面として、後述する図5の画面を表示する。そして、S3ないしS6のいずれかを画面上から選択して指定する。

【0041】S2は、画像データベースユーティリティを実行する。これにより、図1の画像DB8に画像を登録したりなどする。S3は、S1の画像検索実行画面上で画像ID入力による検索が選択される。この選択により、画面上から入力された画像IDをもとにS7以降の検索に進む。

【0042】S4は、サンプル画像入力による検索が選択される。このサンプル画像には、予め色成分の平均値や輝度成分の分数が互いに異なる画像が用意されてい

る。この機能によりユーザが容易に検索を開始することができる。具体的に、後述する図5の画面上で中央の8個のサンプル画像の中から検索したい画像に最も近い画像を1つ選択する。この選択により、選択された画像の特徴データをもとにS7以降の検索に進む。

【0043】S5は、画像一覧からによる検索が選択される。これは、後述する図5の画面上で画像一覧ボタンを押下して図示外の画像一覧を表示させ、その画像一覧の中から1つ選択する。この選択により、選択された画像の特徴データをもとにS7以降の検索に進む。

【0044】S6は、パラメタ変更が選択される。これは、後述する図5の画面上でパラメタボタンを押下して図12のパラメタ設定画面を表示させ、その画面上でパラメタ変更し、S1に戻る。

【0045】S7は、最も類似する画像群の表示を行う。これは、S3ないしS5で入力(選択)された画像の特徴データ(あるいは画像ID)をもとにDBを検索して最も類似度の高い画像群の表示を行う(例えば後述する図6に示すように表示する)。

【0046】S8は、パラメタ変更を行う。S9は、結果の画像をもとに検索する。これらS8、S9は、S7で最も類似する画像群を表示したが、希望する画像が得られなく、類似度を計算するときのパラメタ(重み)を変更した後、検索結果の画像の特徴データをもとに再検索を行う。そして、S7で最も類似する画像群の表示を行うことを繰り返す。

【0047】S10は、次に類似する画像群の表示を行う。これは、S7で最も類似する画像群を表示したことに続き、次に類似する画像群を表示する。S11は、結果の画像をもとに検索する。これは、S10で検索した

画像中から任意の1つを選択して当該選択した画像の特徴データをもとに再検索し、S7に戻り繰り返す。

【0048】S12は、その他の画像群を類似度順に表示する。これは、S10の次の類似する画像群に続いて、その他の画像群を類似度順に表示する。S13は、結果の画像をもとに検索を行う。これは、S12で検索した画像中から任意の1つを選択して当該選択した画像の特徴データをもとに再検索し、S7に戻り繰り返す。

【0049】以上によって、画像検索画面（例えば図5の画面）上でサンプル画像の1つを選択、画像一覧ボタンを押下して表示させた画像一覧中から1つを選択し、選択された画像の特徴データをもとに、DBを検索して最も類似する画像群を表示し、表示した画像群が1つを選択して当該選択した画像の特徴データをもとに再検索を行うことが繰り返すことにより、画像を選択して必要に応じてパラメタ（類似度計算時の重みなどのパラメタ）を変更して所望の画像を迅速かつ簡易に検索することが可能となる。

【0050】図5は、本発明の説明図（画像検索画面）を示す。これは、ウェブレットによる画像検索画面の例であって、図示の中央に8個のサンプル画像キーを表示する。このサンプル画像キーの1つをマウスでクリックして選択すると、選択したサンプル画像の特徴データをもとに、データベースを検索して類似度の高い画像を後述する図6に示すように表示する。また、下段の“パラメタ”のボタンを押下すると、パラメタを変更する画面（例えば類似度を計算するときの重みの値を変更する画面）を表示してパラメタ変更を行うことができる。また、下段の“画像一覧”ボタンを押下すると、画像一覧が表示されるので、その中から検索したい画像あるいは類似する画像を1つ選択し、当該選択した画像の特徴データをもとにデータベースを検索し、図6に示すように類似度順に表示する。

【0051】図6は、本発明の説明図（画面検索結果）を示す。これは、ウェブレットによる画像検索結果の例を示す。ここでは、類似度が小さい程類似し、（1）、（2）・・・の順番に表示したものである。

【0052】例えば画像（1）では、図示の下記の項目を表示する。

・類似度：-126（類似度は小さい程、類似することを表す）

・YUV成分ごとの平均の差：[01][0][0]

・低周波成分の類似度：[0][0][0]

・高周波成分の類似度：[42][42][42]

以上のように、画像検索結果画面を図6に示すように表

$$\text{類似度} = W_0 / N_{LL} \sum_{i,j \in LL} |Q[i, j] - T[i, j]|$$

$$- \sum_{i,j, Q[i,j] \neq 0} w_{i,j, (i,j)} (\sim Q[i, j] = \sim T[i, j])$$

ここで、 $Q[i, j]$ 、 $T[i, j]$ は変換後の値を表

示することにより、類似度順に（1）、（2）、（3）・・・と表示され、しかもYUV毎の低周波成分の類似度、高周波成分の類似度を併せて表示し、大まかな点で類似（低周波成分の類似度が小さい）あるいは細かい点で類似（高周波成分の類似度が小さい）を併せて認識することが可能となる。

【0053】次に、図7のフローチャートの順番に従い、類似度算出について詳細に説明する。図7は、本発明の類似度算出フローチャートを示す。

【0054】図7において、S21は、選択された画像データの特徴データをもとに、データベース中に蓄積されている画像の特徴データとの類似度算出を開始する。S22は、YUV各成分に対してそれぞれS23以降の処理を実行する。

【0055】S23は、LL成分の比較を行う。S24は、重み付けを行う。これらS23、S24は、既述した図3の特徴データ中の先頭部分に格納されているLL（低周波成分）の各画素について、選択された画像と、データベース中の画像との差分の絶対値の総和を図7の末尾で説明する式の第1項で計算し、次に計算したLL成分の差分の絶対値の総和に重みを乗算する。

【0056】S24は、高周波数帯域成分の比較を行う。S25は、重み付けを行う。これらS24、S25は、既述した図3の特徴データ中の先頭部分に格納されている高周波成分（LL成分以外の成分）の各画素について、選択された画像の値1あるいは-1と、データベース中の画像の値1あるいは-1とが一致して真のときに“1”、不一致のときに偽として“0”としてその総和を図7の末尾で説明する式の第2項で計算し、次に計算した総和に重みを乗算する。

【0057】S27は、平均値の比較を行う。S28は、重み付けを行う。これらS27、S28は、LL成分と高周波帯域成分との平均値を求め、重みを乗算する。

【0058】S29は、総和を求める。S30は、S29で求めた総和を類似度とする。これらS29およびS30は、S23とS24、S25とS26、S27とS28でそれぞれ求めた値の総和を求め、類似度とする。

【0059】以上によって、選択された画像の図3の特徴データと、データベース中の画像の特徴データとについて、LL成分、高周波成分、更に平均値をもとに類似度を算出することが可能となる。

【0060】尚、類似度は、例えばLL成分および高周波成分をもとに下記の式によって算出する。

す。 $\sim Q[i, j]$ 、 $\sim T[i, j]$ は量子化されてい

ることを表す。第1項はLL成分の差分(選択した画像の特徴データのLL成分と、データベース中の画像の特徴データのLL成分の差分)の絶対値を求め、小さい程(0)、類似度が高いことを表している。 N_{LL} はLL成分の個数である。重み W_0 である。

【0061】また、第2項は図3の特徴データ中のLL成分以外の特徴のある点の座標とそのときの $1/-1$ の値が一致したときに真“1”、不一致のときに偽“0”とする。このような演算方式により高速な処理が可能となる。また、重み $w_{bin(i,j)}$ の $bin(i,j)$ について、 $bin(i,j)=F(level(i), level(j))$

であり、 $level(i)$ はi番目の点は何番目の階層に属しているかを導く関数であり、 $F(x,y)$ は任意の関数である。この関数は後述する図12のパラメタ設定で決定される。第2項は小さい(負であるほど)良く類似していることを表す。

【0062】以上のように、選択した画像の図3の特徴データと、データベース中の画像の図3の特徴データとについて、第1項でLL成分の全画素の差分の絶対値の総和を求め、第2項でLL成分以外の画素が1あるいは-1で一致したときに“1”、不一致のときに“0”として総和を求め、第1の総和から第2項の総和を減算した値が類似度として算出され、この類似度の値が小さい(負である程)良く類似していることを表す。類似度計算の結果を良く類似している順番に並べると、既述した図6の(1)、(2)、(3)の順番ようになる。

【0063】図8は、本発明の説明図(RGB→YUV変換)を示す。図8の(a)は、RGB→YUV変換の説明図を示す。これは、画像DB中のフィルタリング対象の画像データを入力とし、RGB値をYUV値に変換して出力する(YUV画像、画像サイズの情報を含むヘッダ、画像IDなどを出力する)。この際、図示の上段の行列式によって、RGB値からYCrCb表色系の輝度値(Y, Cr, Cb)に変換する。輝度値の取り得る範囲を0~255にするために、次にYCrCb表色系からYUV表色系に、図示の下段の行列式によって変換する。この下段の行列式によって変換した後のYUV表色系の画像をもとに既述した図1ないし図7の処理を行う。

【0064】図8の(b)は、YUV→RGB変換の説明図を示す。これは、YUV画像データを入力とし、YUV値をRGB値に変換して出力する。この際、図示の上段の行列式によって、YUV値からYCrCb表色系の輝度値(Y, Cr, Cb)に変換する。次にYCrCb表色系からRGB表色系に、図示の下段の行列式によって変換する。この下段の行列式によって変換した後のRGB表色系の画像を画像DBに格納したり、検索結果画像としてディスプレイ上に表示したりする。

【0065】図9は、本発明の説明図(初期画面ソース、図5)を示す。これは、既述した図5のウェーブ

レットによる画像検索画面のソースコード例である。図9において、①は、図5の“インデックス番号を入力して下さい”を表示させるコードである。

【0066】②は、図5の“サンプル画像をクリックして下さい”を表示させるコードである。③は、図5の“画像キー”を表示させるコードである。

【0067】④は、図5のサンプル画像(8個分)のJPEGデータである。⑤は、図5の“パラメタ”ボタンを表示およびパラメタ入力を行う画面を表示させるコードである。

【0068】⑥は、図5の“画像一覧”ボタンを表示および画面一覧を表示させるコードである。図10は、本発明の説明図(検索結果画面、図6)を示す。これは、既述した図6の画像検索結果画面のソースコード例である。

【0069】図10において、(1)、(2)、(3)は、既述した図6の画面(1)、(2)、(3)を類似度順に表示するソースコードである。①は、画面(1)を表示するソースコード中の“表示指示コード”である。この画面(1)が選択されると、①の“表示指示コード”の指示により、②の元画像要求コードがホスト(WWWサーバ)に元画像のダウンロード要求を行い、それに対応してダウンロードされてきた元画像を画面上に大きく表示する。

【0070】次に、図11のフローチャートに示す順序に従い、サイズの異なる画像の比較で類似度を算出する手順を詳細に説明する。図11は、本発明のサイズが異なる画像の比較説明図を示す。

【0071】図11の(a)において、S31は、画像1と2の重心の座標を求める。S32は、重なり部分の幅と高さを求める。S33は、画像1と2の重なり部分を求める。

【0072】S34は、重なり部分について類似度を算出する。これらS31ないしS34は、図11の(b)に示すように、画像1と画像2との類似度を求める場合、画像1の重心と画像2の重心とを重ね、画像1と画像2とが重なった斜線の部分を求め、当該重なった斜線の部分内の画素について、既述した類似度を計算する。

【0073】尚、この際、図2の(e)の各LL、HL、0などの各周波数帯域毎に重心合わせを行い重なった部分内の画素についてのみ類似度を計算するようにしてもよい。

【0074】以上によって、比較する対象の画像のサイズが異なっても、それぞれの重心を一致させて重なる部分を求め、当該重なる部分内の画素について類似度を算出することにより、画像のサイズが異なっても類似度を算出することが可能となる。

【0075】図12は、本発明の説明図(パラメタ指定)を示す。これは、パラメタ指定(変更)を行う画面の例であって、図示の下記の項目を任意に指定できる。

- ・全平均（重みの全平均）：Y、U、V毎
- ・LL平均（重みのLL平均）：Y、U、V毎
- ・LL以外平均（重みのLL以外の平均）：Y、U、V毎
- ・第1候補（類似度の第1候補の範囲）：例えば～2000
- ・第2公報（類似度の第2候補の範囲）：例えば～3000
- ・その他：全平均のYの重みを大きくすれば画像全体の明度を重視し、UとVの重みを大きくすれば画像全体の色調を重視することになる。LL平均のYは輝度の分布、U、Vは色の分布の重要度を変えることができる。LL以外平均は、輪郭や微細構造についての重要度を変えることができる。

【0076】以上のようにパラメタ（重み、第1候補の類似度の範囲、第2候補の類似度の範囲など）を設定し、所望の良く類似した画像を画面上に表示させるように各種パラメタを任意に変更することが可能となる。

【0077】図13は、本発明の他のシステム構成図を示す。これは、画像DBから取り出した画像について、YUV毎にウェーブレット変換を行った後の図2の（f）、（g）の特徴データをそのまま高圧縮して画像DBに蓄積する。画像検索時には、画面上から指定された画像の特徴データをもとに、画像DB中の画像データの特徴データと比較して類似度の良い順に取り出し、伸長して元画像にして画面上に表示する。この際、特徴データのLL成分の先頭から所定位置までを比較して類似度を計算し、類似の良い画像を画像DBから取り出し、表示する。

【0078】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、画像をウェーブレット変換して生成した特徴データをDBに保存しておき、指定された画像の特徴データをもと

にDBを検索して高速かつ効率的に類似画像を検索して表示したり、更に異なるサイズの画像間でも検索して類似度の高い画像表示したりすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のシステム構成図である。

【図2】本発明のウェーブレット変換説明図である。

【図3】本発明の検索フローチャートである。

【図4】本発明の特徴データ例である。

【図5】本発明の説明図（画像検索画面）である。

【図6】本発明の説明図（画像検索結果）である。

【図7】本発明の類似度算出フローチャートである。

【図8】本発明の説明図（RGB-YUV）である。

【図9】本発明の説明図（初期画面ソース、図5）である。

【図10】本発明の説明図（検索結果画面ソース、図6）である。

【図11】本発明のサイズの異なる画像の比較説明図である。

【図12】本発明の説明図（パラメタ指定）である。

【図13】本発明の他のシステム構成図である。

【符号の説明】

- 1：登録手段
- 2：色成分変換手段
- 3：ウェーブレット変換手段
- 4：圧縮手段
- 8：画像DB
- 9：ウェーブレット特徴データ抽出手段
- 10：ウェーブレット特徴データDB
- 11：ウェーブレット特徴データ比較手段
- 12：伸長手段
- 13：ウェーブレット逆変換手段
- 14：色成分逆変換手段

【図3】

本発明の特徴データ例

周波数(40個)

		HLO		LHO		HHO	
ヘッダ	LLの全周波数の値	座標	1/-1	同左	同左	同左	...

↑
1：正の値(正の周波数より大きい)
-1：負の値(負の周波数より大きい)

【図5】

本発明の説明図（画像検索画面）

ウェーブレットによる画像検索

・インデックス番号を入力して下さい
・サンプル画像をクリックして下さい

画像キー

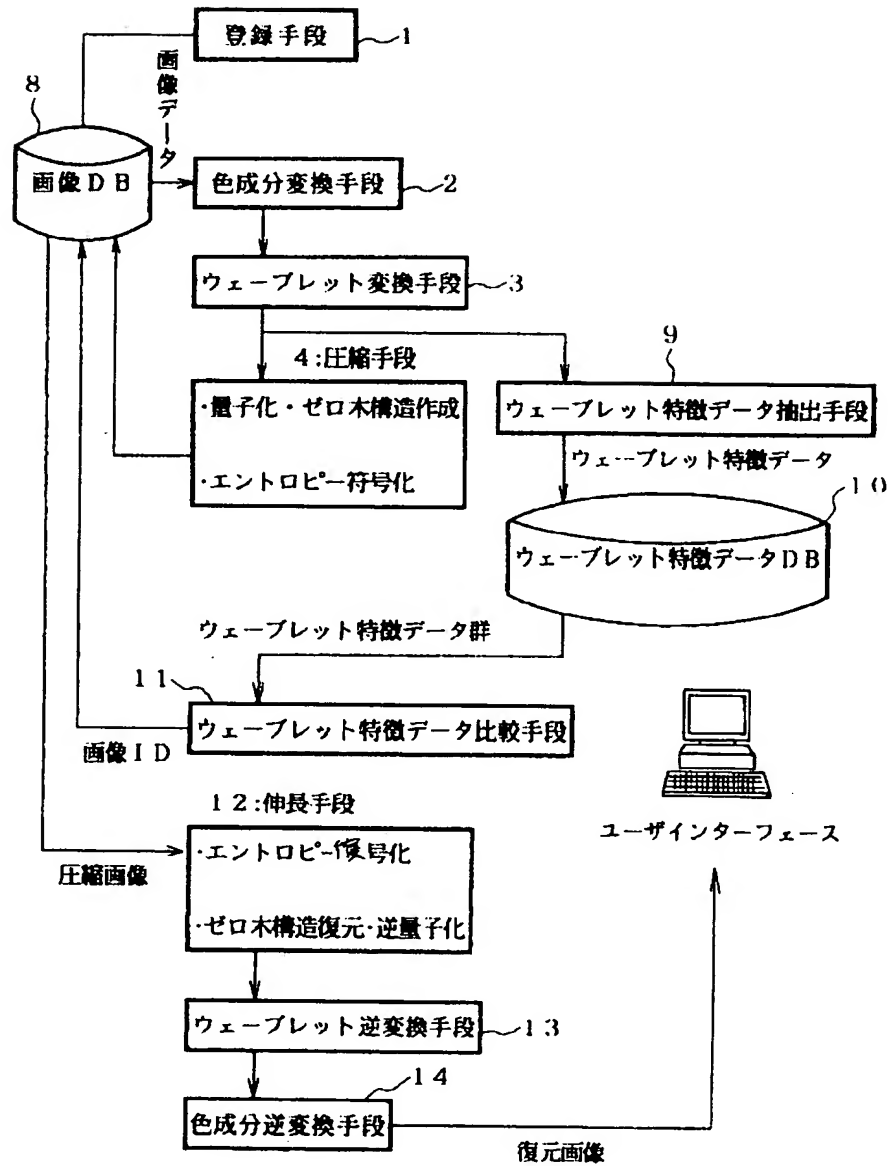
サンプル画像キー

画像 (1)	画像 (2)	画像 (3)	画像 (4)
画像 (5)	画像 (6)	画像 (7)	画像 (8)

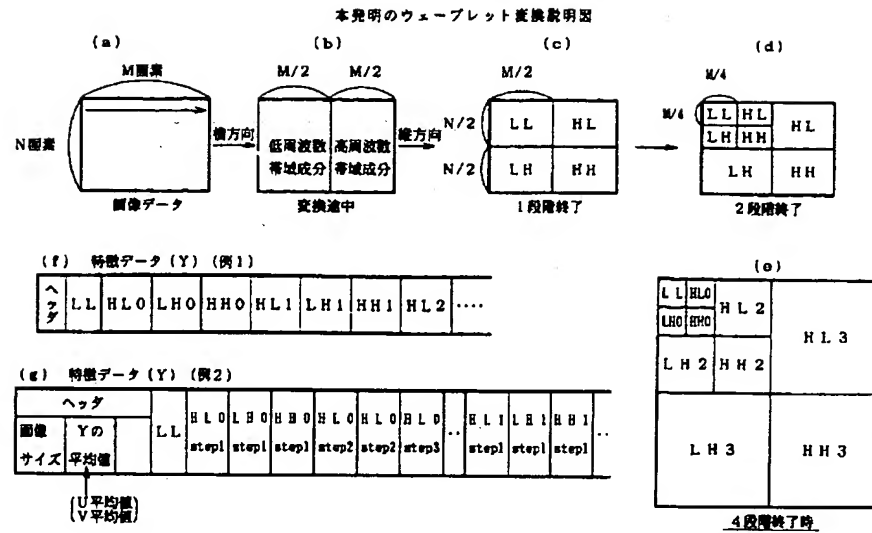
パラメータ

【図1】

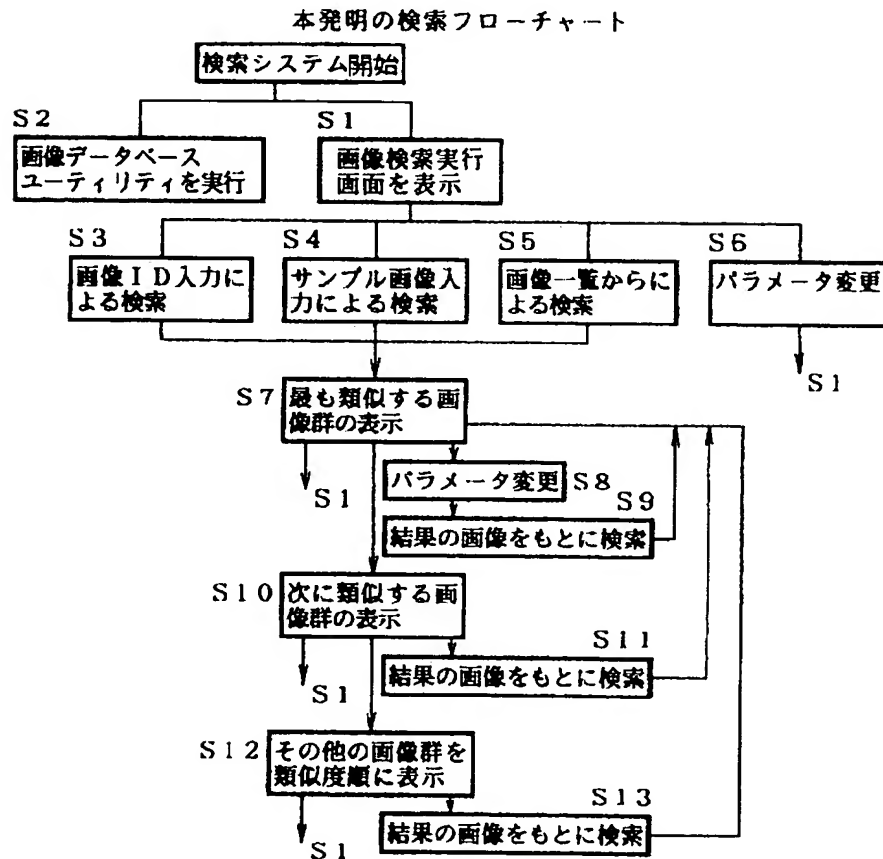
本発明のシステム構成図



【図2】



【図4】



【図6】

本発明の説明図（画像検索結果）

ウェーブレットによる画像検索結果

検索実行モード Normal Retrieval

画像キー 000000000558

最も類似度の高い画像

[1]

インデックス [000000000558] 類似度 [126]

YUV成分ごとの平均の差 [0] [0] [0]

低周波成分の類似度 [0] [0] [0]

高周波成分の類似度 [42] [42] [42]

検索

[2]

インデックス [000000000000] 類似度 [1516]

YUV成分ごとの平均の差 [15] [2] [4]

低周波成分の類似度 [110] [242] [174]

高周波成分の類似度 [1] [0] [1]

検索

YUV成分ごとの平均の差 [13] [12] [20]

低周波成分の類似度 [396] [183] [220]

高周波成分の類似度 [6] [7] [5]

検索

[5]

インデックス [000000000338] 類似度 [1645]

YUV成分ごとの平均の差 [5] [6] [7]

低周波成分の類似度 [056] [330] [293]

高周波成分の類似度 [0] [2] [0]

検索

[6]

インデックス [000000000255] 類似度 [1872]

YUV成分ごとの平均の差 [10] [2] [7]

低周波成分の類似度 [762] [262] [288]

高周波成分の類似度 [1] [0] [1]

検索

【図8】

本発明の説明図（RGB-YUV変換）

(a) RGB-YUV

$$\begin{pmatrix} Y \\ Cr \\ Cb \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.4998 & -0.4185 & 0.0813 \\ -0.1686 & -0.3311 & 0.4997 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} Y \\ U \\ V \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 219 & 0 & 0 \\ 0 & 224 & 0 \\ 0 & 0 & 224 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{pmatrix}$$

(b) YUV-RGB

$$\begin{pmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1/219 & 0 & 0 \\ 0 & 1/224 & 0 \\ 0 & 0 & 1/224 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y-16 \\ U-128 \\ V-128 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.0 & 1.4026 & 0.0 \\ 1.0 & -0.7144 & -0.3444 \\ 1.0 & -0.0 & 1.773 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{pmatrix}$$

【図12】

本発明の説明図（パラメタ指定）

TITLE

RUN MODE

全平均 WTAVEY WTAVEU WTAVEV

L.L.平均 WTLLY WTLLU WTLLV

L.L.以外の平均 WTM1 WTM2 WTM3

WTM4 WTM5

FTMAX LYSTMAX

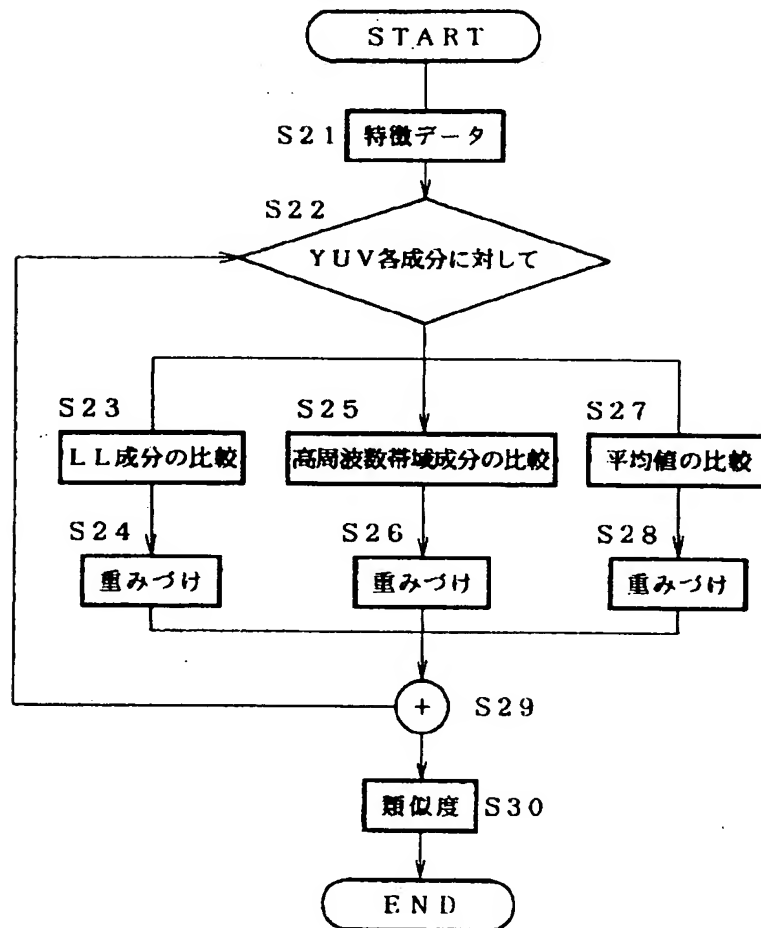
第1閾値 (~2000) THRE1

第2閾値 (~3000) THRE2

CHANGE CANCEL

【図7】

本発明の類似度算出フローチャート



【図9】

本発明の説明図（初期画面ソース、図5）

```

<html>
<head>
<title>ウェーブレットによる画像検索</title>
</head>
<h1><center>ウェーブレットによる画像検索</center></h1>
<p>
<body bgcolor="#3cff81">
<hr>
<center>
<table border=3 width=600 height=80>
<tr align=center><td bgcolor="#ffe0a0"><b>
<br><ul>
① → 検索実行モード:[Normal Retrieval]<br>インデックス番号を入力してください。(例
② → 1, 2, 3 .. 最大=549)<br>もしくは サンプル画像をクリックすると検索ができます
<br><form action="/cgi-bin/IMG_wkeydsp_sw?pfiler=default.prm&thre=first" meth
③ → od="post">画像キー : <input type="text" name="keyimage" size="12" value="000
000000001" maxlength="12">
<input type="submit" name="select" value="表示" ALIGN="absmiddle" >
<br><br><br></td></tr>
</table><br>
<h2>サンプル画像キー</h2><table border=3 width=600 height=80>
<tr align=center><td bgcolor="#ffe0a0"><b>
<tr align=center><td><a href="/cgi-bin/IMG_wretrv_yuv?keyimage=000000000438&
pfiler=default.prm&thre=first"></a>
</td><td><a href="/cgi-bin/IMG_wretrv_yuv?keyimage=000000000501&pfiler=default
t.prm&thre=first"></a>
</td><td><a href="/cgi-bin/IMG_wretrv_yuv?keyimage=000000000002&pfiler=default
t.prm&thre=first"></a>
</td><td><a href="/cgi-bin/IMG_wretrv_yuv?keyimage=000000000558&pfiler=default
t.prm&thre=first"></a>
</td></tr><tr align=center><td><a href="/cgi-bin/IMG_wretrv_yuv?keyimage=000
000000431&pfiler=default.prm&thre=first"></a>
</td><td><a href="/cgi-bin/IMG_wretrv_yuv?keyimage=000000000446&pfiler=default
t.prm&thre=first"></a>
</td><td><a href="/cgi-bin/IMG_wretrv_yuv?keyimage=000000000008&pfiler=default
t.prm&thre=first"></a>
</td><td><a href="/cgi-bin/IMG_wretrv_yuv?keyimage=000000000552&pfiler=default
t.prm&thre=first"></a>
</td></tr><br><br></td></tr>
</table><br>
⑤ → <input type="submit" name="select" value="パラメータ" ALIGN="absmiddle" >
⑥ → <input type="submit" name="select" value="画像一覧" ALIGN="absmiddle" >
</form>
<br></center>
<hr><a href="../filtering/filtering.html"></a><a href="../filtering/filtering.html">フィルタリング
手法選択画面に戻る</a>

```

④ サンプル画像 8 個

【図10】

本発明の説明図（検索結果画面ソース、図6）

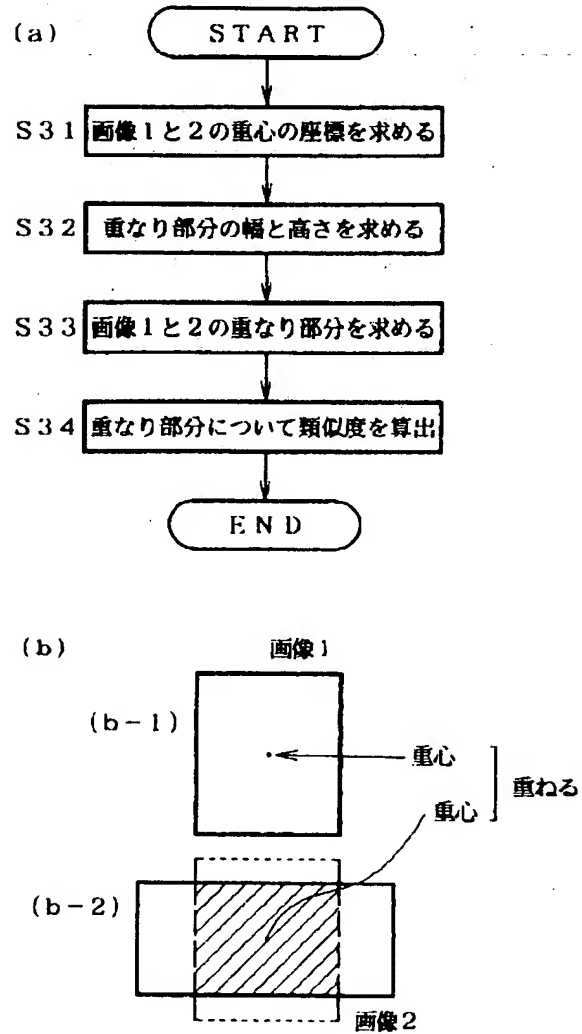
```

<html>
<head>
<title>ウェーブレットによる画像検索結果</title>
</head>
<h1><center>ウェーブレットによる画像検索結果</center></h1>
<p>
<body bgcolor="#3cff81">
<center><H2>
検索実行モード: Normal_Retrieval <br>
画像キー: 000000000558 <br><IMG SRC="/image/wav/sub/000000000558.jpg" align
=bottom>
<HR><H2>--- 最も類似度の高い画像 ---</H2><br>
</center></H2>
<center>
<table border=3 width=600 height=80>
<tr align=center><td bgcolor="#ffe0a0"><b>①</b>
<h1>[1]</h1><H5><a href="/image/wav/org/000000000558.ppm"><IMG SRC="/image/wav
/sub/000000000558.jpg" align=left></a>
<br><br><h3>インデックス:[000000000558], 類似度:[-126]<br><br>Y U V成分ごと
の平均の差=[ 0],[ 0],[ 0], </h3><h4><br>低周波成分の類似度:[ 0],[
0],[ 0]<br><br>高周波成分の類似度:[ 42],[ 42],[ 42]</h4>
<BR><form action="/cgi-bin/IMG_wretrv_yuv?pfife=default.prm&keyimage=0000000
00558&thre=first" method="post"><INPUT TYPE="submit" name="select" value="検
索" ALIGN="right">
<br><br></form>
<br></td></tr>
</table>
</center>
<center>
<table border=3 width=600 height=80>
<tr align=center><td bgcolor="#ffe0a0"><b>②</b>
<h1>[2]</h1><H5><a href="/image/wav/org/000000000003.ppm"><IMG SRC="/image/wav
/sub/000000000003.jpg" align=left></a>
<br><br><h3>インデックス:[000000000003], 類似度:[1516]<br><br>Y U V成分ごと
の平均の差=[ 13],[ 2],[ 4], </h3><h4><br>低周波成分の類似度:[ 719],[
242],[ 176]<br><br>高周波成分の類似度:[ 1],[ 0],[ 1]</h4>
<BR><form action="/cgi-bin/IMG_wretrv_yuv?pfife=default.prm&keyimage=0000000
00003&thre=first" method="post"><INPUT TYPE="submit" name="select" value="検
索" ALIGN="right">
<br><br></form>
<br></td></tr>
</table>
</center>
<center>
<table border=3 width=600 height=80>
<tr align=center><td bgcolor="#ffe0a0"><b>③</b>
<h1>[3]</h1><H5><a href="/image/wav/org/000000000103.ppm"><IMG SRC="/image/wav
/sub/000000000103.jpg" align=left></a>
<br><br><h3>インデックス:[000000000103], 類似度:[1632]<br><br>Y U V成分ごと
の平均の差=[ 26],[ 9],[ 1], </h3><h4><br>低周波成分の類似度:[ 410],[
227],[ 283]<br><br>高周波成分の類似度:[ 6],[ 2],[ 1]</h4>
<BR><form action="/cgi-bin/IMG_wretrv_yuv?pfife=default.prm&keyimage=0000000
00103&thre=first" method="post"><INPUT TYPE="submit" name="select" value="検
索" ALIGN="right">
<br><br></form>
<br></td></tr>
</table>
</center>

```

【図11】

本発明のサイズの異なる画像の比較説明図



【図13】

本発明の他のシステム構成図

